

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. September 2005 (01.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/080878 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F23R 3/36,  
3/28, F23D 14/58

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HEILOS, Andreas  
[DE/DE]; Schlossstr. 9, 45468 Mülheim an der Ruhr (DE).  
KÖSTLIN, Berthold [DE/DE]; Lotharstr. 154, 47057  
Duisburg (DE). PRADE, Bernd [DE/DE]; Natland 7,  
45478 Mülheim an der Ruhr (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/050656

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München  
(DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
15. Februar 2005 (15.02.2005)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

(25) Einreichungssprache: Deutsch

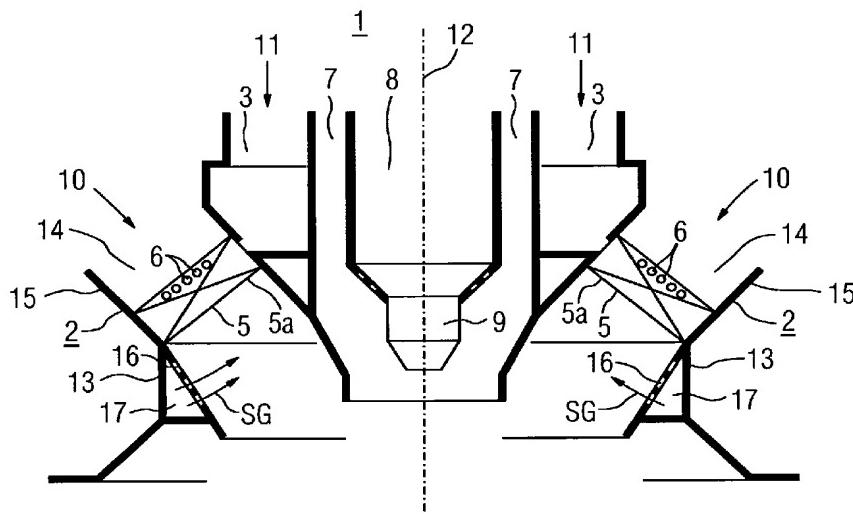
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
04004137.8 24. Februar 2004 (24.02.2004) EP

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PREMIX BURNER AND METHOD FOR BURNING A LOW-CALORIE COMBUSTION GAS

(54) Bezeichnung: VORMISCHBRENNER SOWIE VERFAHREN ZUR VERBRENNUNG EINES NIEDERKALORISCHEN  
BRENNGASES



(57) Abstract: The invention relates to a pre-mix burner (1) for burning a low-calorie combustion gas (SG), said burner comprising an air duct (2) which extends along an axis (12) of the burner and can be used to supply combustion air (10). A swirling device (5) is arranged in the air duct (2) and is used to apply a swirling motion to the combustion air (10). An injection device (13) for the low-calorie combustion gas (SG) is provided downstream of the swirling device (5). The injection device (13) comprises inlets (16) for the combustion gas (SG), such that the formation of wake regions in the air channel (2) is prevented. The invention also relates to a method for burning a low-calorie combustion gas (SG), according to which a swirling motion is applied to the combustion air (10), low-calorie combustion gas (SG) is injected into the swirled combustion air (10) and intensively mixed therewith, and the mixture is then burned.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/080878 A1



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

- 
- (57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft einen Vormischbrenner (1) zur Verbrennung eines niederkalorischen Brenngases (SG), mit einem sich entlang einer Brennerachse (12) erstreckenden Luftkanal (2) über den Verbrennungsluft (10) zuführbar ist. In dem Luftkanal (2) ist eine Dralleinrichtung (5) angeordnet, wodurch der Verbrennungsluft (10) ein Drall aufprägbar ist. Stromab der Dralleinrichtung (5) ist eine Eindüseeinrichtung (13) für das niederkalorische Brenngas (SG) vorgesehen. Dabei weist die Eindüseeinrichtung (13) solche Einlassöffnungen (16) für das Brenngas (SG) auf, das die Ausbildung von Nachlaufgebieten im Luftkanal (2) verhindert ist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Verbrennung eines niederkalorischen Brenngases (SG), bei dem Verbrennungsluft (10) ein Teil aufgeprägt, niederkalorisches Brenngas (SG) in die verdrahlte Verbrennungsluft (10) eingedüst und mit dieser intensiv vermischt wird, und anschließend das Gemisch verbrannt wird.

## Beschreibung

Vormischbrenner sowie Verfahren zur Verbrennung eines niederkalorischen Brenngases

5

Die Erfindung betrifft einen Vormischbrenner zur Verbrennung eines niederkalorischen Brenngases, insbesondere eines Synthesegases. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Verbrennung eines niederkalorischen Brenngases.

10

Ein Brenner für gasförmige Brennstoffe, wie er insbesondere in einer Gasturbinenanlage eingesetzt wird, ist beispielsweise aus der DE 42 12 810 A1 bekannt. Hieraus geht hervor, dass Verbrennungsluft durch ein Luft-Ringkanalsystem und Brennstoff durch ein weiteres Ringkanalsystem der Verbrennung zugeführt werden. Dabei wird ein hochkalorischer Brennstoff (Erdgas oder Heizöl) aus dem Brennstoffkanal in den Luftkanal eingedüst, entweder direkt oder aus als Hohlschaufeln ausgebildeten Drallschaufeln.

15

Damit soll u.a. eine möglichst homogene Mischung von Brennstoff und Luft erreicht werden, um eine stickoxidarme Verbrennung zu erzielen. Eine möglichst geringe Stickoxidproduktion ist aus Gründen des Umweltschutzes und entsprechenden gesetzlichen Richtlinien für Schadstoffemissionen eine wesentliche Anforderung an die Verbrennung, insbesondere an die Verbrennung in der Gasturbinenanlage eines Kraftwerks. Die Bildung von Stickoxiden erhöht sich exponentiell mit der Flammtemperatur der Verbrennung. Bei einer inhomogenen Mischung von Brennstoff und Luft ergibt sich eine bestimmte Verteilung der Flammtemperaturen im Verbrennungsbereich. Die Maximaltemperaturen einer solchen Verteilung bestimmen nach dem genannten exponentiellen Zusammenhang von Stickoxidbildung und Flammtemperatur maßgeblich die Menge der gebildeten Stickoxide. Die Verbrennung eines homogenen Brennstoff-Luft-Gemisches erzielt demnach bei gleicher mittlerer Flammtemperatur einen niedrigeren Stickoxidausstoß als die

20

25

30

35

Verbrennung eines inhomogenen Gemisches. Bei der Brennerausführung in der oben zitierten Druckschrift wird eine räumlich gute Mischung von Luft und Brennstoff erzielt.

5 Verglichen mit den klassischen Gasturbinenbrennstoffen Erdgas und Erdöl, die im Wesentlichen aus Kohlenwasserstoffverbindungen bestehen, sind die brennbaren Bestandteile von Synthesegas im Wesentlichen Kohlenmonoxid und Wasserstoff. Zum wahlweisen Betrieb einer Gasturbine mit Synthesegas aus einer  
10 Vergasungseinrichtung und einem Zweit- oder Ersatzbrennstoff muss der Brenner in der der Gasturbine zugeordneten Brennkammer dann als Zwei- oder Mehrbrennstoffbrenner ausgelegt sein, der sowohl mit dem Synthesegas als auch mit dem Zweitbrennstoff, z.B. Erdgas oder Heizöl je nach Bedarf beaufschlagt  
15 werden kann. Der jeweilige Brennstoff wird hierbei über eine Brennstoffpassage im Brenner der Verbrennungszone zugeführt.

Abhängig vom Vergasungsverfahren und Gesamtanlagenkonzept ist der Heizwert des Synthesegases etwa fünf- bis zehnmal kleiner verglichen mit dem Heizwert von Erdgas. Hauptbestandteil neben CO und H<sub>2</sub> sind inerte Anteile wie Stickstoff und/oder Wasserdampf und gegebenenfalls noch Kohlendioxid. Bedingt durch den kleinen Heizwert müssen demzufolge hohe Volumenströme an Brenngas durch den Brenner der Brennkammer zugeführt werden. Dies hat zur Folge, dass für die Verbrennung von niederkalorische Brennstoffen - wie z.B. Synthesegas eine oder mehrere gesonderte Brennstoffpassagen zur Verfügung gestellt werden müssen. Ein derartiger Mehrpassagenbrenner, der auch für den Synthesegasbetrieb geeignet ist, ist beispielsweise in der EP 1 227 920 A1 offenbart.  
30

Neben der stöchiometrischen Verbrennungstemperatur des Synthesegases ist besonders die Mischungsgüte zwischen Synthesegas und Luft an der Flammenfront eine wesentliche Einflussgröße zur Vermeidung von Temperaturspitzen und somit zur Minimierung der thermischen Stickoxidbildung.  
35

Im Hinblick auf zunehmend strengere Anforderungen an den Ausstoß von Stickoxiden gewinnt die Vormischverbrennung auch bei der Verbrennung von niederkalorischen Gasen zunehmend an Bedeutung.

5

Aufgabe der Erfindung ist es daher einen Vormischbrenner zur Verbrennung eines niederkalorischen Brenngases anzugeben. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht in der Angabe eines Verfahrens zur Verbrennung eines niederkalorischen Brenngases.

10

Die erstgenannte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Vormischbrenner zur Verbrennung eines niederkalorischen Brenngases, mit einem sich entlang einer Brennerachse erstreckenden Vormisch-Luftkanal über den Verbrennungsluft zuführbar ist, und mit einer in dem Vormisch-Luftkanal angeordneten Dralleinrichtung, wobei in Strömungsrichtung der Verbrennungsluft stromab der Dralleinrichtung eine Eindüse einrichtung für das niederkalorische Brenngas angeordnet ist.

15

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass zur Sicherstellung eines schadstoffarmen Betriebs die Mischung von Brennstoff und Verbrennungsluft von besonderer Bedeutung ist. Temperaturspitzen können nur durch eine möglichst homogene Mischung vermieden werden. Da bei niederkalorischen Brenngasen hohe Volumenströme an Brenngas involviert sind, die mit Verbrennungsluft zu mischen sind, stellte hier die Lösung der Mischaufgabe die Fachwelt vor besondere Herausforderungen an die konstruktive Auslegung derartiger Brenner.

20

Mit dem Synthesegas-Vormischbrenner der Erfindung wird erstmals ein Brennerkonzept vorgeschlagen, welches die Schadstoffausstoß bezogenen Vorteile des Vormischbetriebs auch für niederkalorische Synthesegase als Brennstoff anwendbar macht. Durch die Eindüsevorrichtung stromab der Dralleinrichtung erfolgt die Eindüsung von unverdünnten bzw. teilverdünnten niederkalorischen Brenngas in den bereits verdrallten Massen-

strom. Im räumlichen Bereich stromab der Drallvorrichtung erfolgt dadurch eine weitgehend homogene Vermischung des Synthesegases und dem verdrallten Luftmassenstromes. Die Verbrennung des vorgemischten Brenngas-Luftgemisches erfolgt 5 stromab des Brenners bei einer der vorgemischten Luftzahl entsprechenden Temperatur. Zur Stabilisierung der niederkalorischen Vormischflamme kann – speziell im Teillastbereich – ein kleiner Teilmassenstrom des niederkalorischen Brenngases zuvor abgetrennt und im Brennraum über eine im Diffusionsbetrieb betriebene Stützflamme zugeführt werden, z.B. etwa 5% 10 bis 20% des Gesamtvolumenstroms an Brenngas..

Durch diese Konstruktion mit der Eindüseeinrichtung stromab der Dralleinrichtung sind ausreichend große Volumenströme von 15 niederkalorischen Brenngas mit der Verbrennungsluft mischbar, wobei außerordentlich gute Mischungsergebnisse erzielbar sind. Dies wirkt sich besonders vorteilhaft auf die Schadstoffbilanz des Vormischbrenners aus.

20 Weiterhin von Vorteil ist, dass das bewährte Vormischverbrennungskonzept für hochkalorische Brennstoffe wie Erdgas oder Öl unverändert übernommen werden kann, womit eventuelle langwierige Optimierungen und/oder konstruktive Änderungen nicht notwendig sind. D.h., es ist möglich ein herkömmliches Verbrennungssystem, das auf hochkalorische Brennstoffe ausgelegt 25 ist, mittels der an den Luftkanal strömungstechnisch angekoppelten Eindüseeinrichtung durch eine zusätzliche Brennstoffpassage für niederkalorische Brenngase zu erweitern, und zwar ohne das die konstruktive Umsetzung einen nachteiligen Einfluss 30 auf das bestehende konventionelle Verbrennungssystem hätte, z.B. hinsichtlich auftretender Druckverluste.

Somit kann der Vormischbrenner sowohl mit dem Synthesegas, 35 das beispielsweise aus Kohle, industriellen Rückständen oder Abfall erzeugt wird, als auch mit einem Zweitbrennstoff, wie z.B. Erdgas oder Öl, betrieben werden. Bei einem Synthesegas-Vormischbetrieb wird lediglich über die Eindüseeinrichtung

- stromab der Dralleinrichtung der niederkalorische Brennstoff in den Vormisch-Luftkanal eingedüst, wobei in Folge der drallbehafteten Verbrennungsluft eine besonders homogene Mischung sichergestellt ist. Durch dieses Konzept sind auch
- 5 konstruktive Maßnahmen, die mit zusätzlichen Einbauten einhergehen, vermieden, so dass insbesondere der verdrallte Luftmassenstrom durch eventuelle Einbauten nicht beeinträchtigt wird.
- 10 Durch den Vormischbrenner erfolgt die Verbrennung entsprechend der eingestellten Luftzahl bei deutlich niedrigeren Temperaturen, was letztendlich zu einer Minimierung der thermischen Stickoxidbildung bei der Verbrennung des niederkalorischen Brenngases führt.
- 15 In besonders vorteilhafter Ausgestaltung weist die Eindüse einrichtung eine Vielzahl von Einlassöffnungen für Brenngas auf, die in den Vormisch-Luftkanal einmünden.
- 20 In bevorzugter Ausgestaltung sind die Einlassöffnungen für das niederkalorische Brenngas so ausgeformt, dass die Ausbildung von Nachlaufgebieten im Vormisch-Luftkanal verhindert ist. Beim Einströmen eines Gases mit sehr hoher Geschwindigkeit, wie es der Fall nach einer Eindüseeinrichtung ist, kann
- 25 hinter den Einlassöffnungen ein Nachlaufgebiet mit deutlich erhöhter Turbulenz entstehen. Das turbulente Nachlaufgebiet kann dazu führen, dass sich Rückströmungen und Rezirkulationen bilden, die ihrerseits einen Flammenrückschlag nach sich ziehen können. Weiterhin kann der instationäre Charakter des
- 30 Nachlaufs eine Strömungsablösung hervorrufen. Um einen sicheren Vormischbetrieb zu gewährleisten, sollte die Form der Einlassöffnungen so gewählt werden, dass diese negativen Effekte verhindert sind.
- 35 In besonders vorteilhafter Ausgestaltung weisen die Einlassöffnungen für das Brenngas einen Querschnitt auf, wobei der Querschnitt eine Längsausdehnung und eine Querausdehnung auf-

weist, und wobei die Längsausdehnung größer ist als die Querausdehnung. Eine nahezu kreisförmige Öffnung ist im Prinzip auch möglich. Es hat sich jedoch gezeigt, dass z.B. durch eine elliptische Formgebung der Eindüseöffnungen dem Problem 5 von Nachlaufgebieten besonders wirkungsvoll begegnet werden kann. Somit ist ein sicherer Betrieb des Vormischbrenners gewährleistet.

Vorzugsweise beträgt die Längsausdehnung das 3-fache bis 10-fache der Querausdehnung. Wenn die Längsausdehnung weniger als das 3-fache der Querausdehnung beträgt, nähert sich die Ausgestaltung einer kreisrunden Einlassöffnung und das könnte die Bildung eines Nachlaufgebiets begünstigen. Andererseits ist eine Längsausdehnung, die mehr als das 10-fache der Querausdehnung beträgt, nicht zwingend notwendig und aus räumlichen Gründen zu vermeiden. 15

Bevorzugtermassen weist der Querschnitt der Einlassöffnungen die Form eines Langloches, oder eines Rechtecks mit abgerundeten Ecken oder eines Tropfens auf. Diese Formen, bei denen eine Seite länger als die Querseite geformt werden kann, haben sich als besonders geeignet für einen einwandfreien Betrieb des Vormischbrenners erwiesen. Weiterhin von Vorteil ist, wenn beim Querschnitt der Einlassöffnung keine scharfe 25 Kanten gebildet sind. In den Bereichen wo der Winkel kleiner als  $90^\circ$  ist entstehen häufig Totzonen in der Strömung. Diese Kanten werden vorzugsweise durch Rundungen ausgestaltet (Fase).

30 Besonders bevorzugte Ausgestaltung ist, dass die durch die Längsausdehnung festgelegte Längsachse im Wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung der Verbrennungsluft ist. In diesem Fall liegt die Einlassöffnung mit ihrer schmaleren Seite senkrecht zum verdrallten Luftmassenstrom und dadurch wird der 35 Widerstand, den das niederkalorische Brenngas auf dem Weg der Verbrennungsluft erzeugt, deutlich reduziert. Das ausströmende Brenngas stellt weiterhin kein wesentliches Hindernis das

- auf das die Verbrennungslauf aufprallt, sondern die Verbrennungsluft und das Brenngas vermischen sich nur schrittweise und innig über der Längsausdehnung der Einlassöffnung. Infolgedessen entstehen keine Verwirbelungen in der Grenzschicht
- 5 zwischen der Verbrennungsluft und dem niederkalorschen Brenngas und somit wird eine Nachlaufbildung verhindert. Weiterhin wird eine besonders gute und homogene Vermischung von Verbrennungsluft und Brenngas erreicht.
- 10 In bevorzugter Ausgestaltung weist die Strömungsrichtung der Verbrennungsluft einen Winkel gegenüber der Brennerachse auf, wobei dieser Winkel zwischen 0° und 90° ist.
- Vorzugsweise weist die Eindüseeinrichtung einen Gasvertei-  
15 lungsring auf, der den Vormisch-Luftkanal radial auswärts um-  
gibt. Der Vormisch-Luftkanal ist dabei bevorzugt als Ringka-  
nal ausgebildet, der eine äußere Kanalwand aufweist, die mit  
einer Vielzahl von Einlassöffnungen, z.B. Bohrungen durch-  
setzt ist, die mit dem Gasverteilungsring in Strömungsverbin-  
20 dung stehen. Hierdurch wird es erreicht, dass über den vollen  
Umfang des Ringkanals eine Eindüsung von niederkalorischen  
Brenngas in die verdrallte Verbrennungsluft gewährleistet  
ist. Je nach Anforderungen an den Volumenstrom von niederka-  
lorischen Brenngas ist der Durchmesser der Bohrung, deren An-  
25 zahl und deren Verteilung an der äußeren Kanalwand entspre-  
chend auszulegen. Durch entsprechende konstruktive Auslegung  
der Eindüseeinrichtung wird erreicht, dass ein hinreichend  
großer Brenngas-Volumenstrom eingedüst und damit ein stabiler  
Synthesegas-Vormischbetrieb sichergestellt ist.
- 30 In bevorzugter Ausgestaltung verjüngt sich die äußere Kanal-  
wand konusartig in Strömungsrichtung der Verbrennungsluft.  
Bedingt durch die Eindüsung des niederkalorischen Brenngases  
durch den in den äußeren Konus eingebrachten Einlassöffnungen  
35 kann auf jegliche die Luftströmung negativ beeinflussende zu-  
ätzliche Einbauten für die Eindüseeinrichtung verzichtet  
werden, so dass der Betrieb auch mit konventionellen Brenn-

stoffen (Erdgas oder Heizöl) ohne Einschränkung bei Bedarf weiterhin möglich ist.

- 5 Besonders bevorzugte Ausgestaltung ist der Vormischbrenner in einer Brennkammer, beispielsweise in einer Ringbrennkammer, eingesetzt. Eine derartige Brennkammer ist vorteilhafter Weise als Brennkammer einer Gasturbine ausgestaltet, beispielsweise als eine Ringbrennkammer einer stationären Gasturbine.
- 10 15 Die auf das Verfahren gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Verbrennung eines niederkalorischen Brenngases, bei dem Verbrennungsluft ein Drall aufgeprägt, niederkalorisches Brenngas in die verdrallte Verbrennungsluft eingedüst und mit dieser vermischt, und das Gemisch verbrannt wird.

Mit diesem Verfahren ist ein besonders homogenes Verbrennungsgemisch erreichbar, wobei hohe Volumenströme an niederkalorischem Brenngas mit der Verbrennungsluft mischbar sind.

- 20 Hierbei wird vorteilhafter Weise unverdünnte oder teilverdünntes niederkalorisches Brenngas in die verdrallte Verbrennungsluft eingedüst.
- 25 Bevorzugtermassen wird bei diesem Verfahren das niederkalorische Brenngas so eingedüst, dass die Ausbildung von Nachlaufgebieten im Vormisch-Luftkanal verhindert ist.

- 30 Das Verfahren wirkt besonders effektiv gegen die Ausblindung von Nachlaufgebieten im Vormisch-Luftkanal, wenn vorzugsweise das niederkalorische Brenngas durch Einlassöffnungen eingedüst wird und diese Einlassöffnungen einen Querschnitt aufweisen, wobei der Querschnitt eine Längsausdehnung und Querausdehnung aufweist, und wobei die Längsausdehnung größer ist
- 35 als die Querausdehnung.

Bevorzugtermassen ist bei diesem Verfahren durch das Längsausdehnung festgelegte Längsachse im Wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung der Verbrennungsluft, so dass das niederkalorische Brenngas parallel zur Strömungsrichtung der  
5 Verbrennungsluft eingedüst wird.

Als niederkalorisches Brenngas kommt ein vergaster fossiler Brennstoff, insbesondere vergaste Kohle, besonders vorteilhaft zum Einsatz. Das Verfahren wird vorzugsweise beim Betrieb eines Gasturbinenbrenners durchgeführt, wobei ein Synthesegas, das einen niederkalorischen Brennstoff darstellt, im Vormischbetrieb verbrannt wird.  
10

In der Zeichnung sind zur näheren Erläuterung einige Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Sie zeigt:  
15

FIG 1 ein Längsschnitt durch einen Vormischbrenner gemäß der Erfindung.

FIG 2 eine mögliche Auslegung der in FIG 1 gezeigten Eilassöffnungen  
20

FIG 3 eine schematische Draufsicht auf eine verbesserten Ausführungsform der Einlassöffnungen

FIG 4 ein Längsschnitt einer in FIG 3 gezeigten Einlassöffnung

25 FIG 5 eine Draufsicht auf ein Langloch

FIG 6 eine Draufsicht auf ein Rechteck mit abgerundeten Kanten

FIG 7 eine Draufsicht auf ein Tropfen

30 FIG 1 zeigt einen Vormischbrenner 1, der in etwa rotations-symmetrisch bezüglich einer Brennerachse 12 ist. Ein entlang der Brennerachse 12 gerichteter Pilotbrenner 9 mit einem Brennstoff-Zuführkanal 8 und einem diesen konzentrisch umschließenden Luftzufuhr-Ringkanal 7 ist konzentrisch umgeben  
35 von einem Brennstoff-Ringkanal 3. Dieser Brennstoff-Ringkanal 3 ist teilweise konzentrisch umschlossen von einem Vormisch-Luftkanal 2. Der Vormisch-Luftkanal 2 ist als Ringkanal 14

ausgebildet, der eine äußere Kanalwand 15 aufweist. In diesem Vormisch-Luftkanal 2 ist ein - schematisch dargestellter - Kranz von Drallschaufeln 5 eingebaut, der eine Dralleinrichtung bildet. Mindestens eine dieser Drallschaufeln 5 ist als 5 Hohlschaufel 5a ausgebildet. Sie weist einen durch mehrere kleine Öffnungen gebildeten Einlass 6 für eine Brennstoffzuführung auf. Die Hohlschaufel 5a ist dabei für die Zufuhr von hochkalorischen Brennstoff 11, z.B. Erdgas oder Heizöl, ausgelegt. Der Brennstoff-Ringkanal 3 mündet in diese Hohlschaufel 5a.

Der Vormischbrenner 1 kann über den Pilotbrenner 9 als Diffusionsbrenner betrieben werden. Üblicherweise wird er aber als Vormischbrenner eingesetzt, d.h., Brennstoff und Luft werden 15 zuerst gemischt und dann der Verbrennung zugeführt. Dabei dient der Pilotbrenner 9 zur Aufrechterhaltung einer Pilotflamme, die die Verbrennung während des Vormischbrennerbetriebes bei einem eventuell wechselnden Brennstoff-Luftverhältnis stabilisiert.

Bei der Verbrennung von hochkalorischen Brennstoff 11, d.h. z.B. Erdgas oder Heizöl, werden Verbrennungsluft 10 und der hochkalorische Brennstoff 11 im Vormisch-Luftkanal 2 gemischt und anschließend der Verbrennung zugeführt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel wird dabei der hochkalorische Brennstoff 11 aus dem Brennstoff-Ringkanal 3 in eine Hohlschaufel 5a des Drallschaufelkranzes 5 geleitet und von dort über den Einlass 6 in die Verbrennungsluft 10 im Vormisch-Luftkanal 2 eingeleitet.

Bei dem Vormischbrenner 1 der Erfindung ist darüber hinaus wahlweise auch die Verbrennung eines niederkalorischen Brenngases SG, beispielsweise eines Synthesegases aus einem Kohlevergasungsprozess, möglich. Hierzu ist in Strömungsrichtung 35 der Verbrennungsluft 10 stromab von der Dralleinrichtung 5 eine Eindüseeinrichtung 13 für das niederkalorische Brenngas SG vorgesehen. Die Eindüseeinrichtung 13 umfasst eine Viel-

zahl von Einlassöffnungen 16 für das Brenngas SG. Die Ein-  
lassöffnungen 16 münden in den Vormisch-Luftkanal 2. Die Ein-  
düseeinrichtung 13 weist einen Gasverteilungsring 17 auf, der  
den Vormisch-Luftkanal 2 radial auswärts umgibt. Somit wird  
5 erreicht, dass niederkalorisches Brenngas SG vollumfänglich  
in den als Ringkanal 14 ausgebildeten Vormisch-Luftkanal 2  
stromab der Dralleinrichtung 5 in den verteilten Verbren-  
nungsluftstrom 10 eindüsbar ist. Die äußere Kanalwand 15 des  
10 Ringkanals 14 ist hierbei mit einer Vielzahl von Einlassöff-  
nungen 16, z.B. Bohrungen durchsetzt, die mit dem Gasvertei-  
lungsring 17 in Strömungsverbindung stehen. Auf diese Weise  
ist durch den Gasverteilungsring 17 auch eine Verteilerfunk-  
tion gewährleistet, so dass niederkalorisches Brenngas SG mit  
dem erforderlichen Druck und Volumenstrom bereitgestellt und  
15 durch die Vielzahl von Einlassöffnungen 16 in der äußeren Ka-  
nalwand 15 der verdrallten Verbrennungsluft 10 zugemischt  
werden kann. Vorteilhafter Weise ist hierdurch eine besonders  
homogene und gleichmäßige Vermischung von Verbrennungsluft 10  
mit den niederkalorischen Brenngas SG erreicht. Durch ent-  
20 sprechende konstruktive Auslegung und strömungstechnische Di-  
mensionierung wird erreicht, dass mittels der Eindüseeinrich-  
tung 13, respektive dem Gasverteilungsring 17, ein hinrei-  
chend großer Volumenstrom an Brenngas SG zuführbar ist für  
den Synthesegas-Vormischbetrieb. In alternativer Ausgestal-  
25 tung oder als Zusatzoption zum radial auswärts angeordneten  
Gasverteilungsring 17 - hier in FIG 1 nicht näher darge-  
stellt, kann der Gasverteilungsring 17 auch radial einwärts  
den Vormisch-Luftkanal 2 begrenzen, so dass Synthesegas SG  
eindüsbar ist. In Strömungsrichtung der Verbrennungsluft 10  
30 verjüngt sich die äußere Kanalwand 15. Der Vormischbrenner 1  
zur Verbrennung eines niederkalorischen Brenngases SG ist in  
einer Brennkammer einer Gasturbine, beispielsweise einer  
Ringbrennkammer einer stationären Gasturbine einsetzbar.

35 Mit dem Vormischbrenner 1 der Erfindung ist ein wahlweiser  
Betrieb mit einem Synthesegas aus einer Vergasungseinrichtung  
oder einem Zweit- oder Ersatzbrennstoff möglich, da der Vor-

mischbrenner 1 als Zwei- oder Mehrbrennstoffbrenner ausgelegt ist, der sowohl mit niederkalorischen Brenngas SG als auch mit hochkalorischen Brennstoff 11, z.B. Erdgas oder Heizöl, beaufschlagt werden kann.

5

Bei einem Betrieb des Vormischbrenners 1 mit niederkalorischen Brenngas SG wird der Verbrennungsluft 10 ein Drall aufgeprägt und das niederkalorische Brenngas SG in die verdrallte Verbrennungsluft 10 eingedüst und mit dieser vermischt.

10 Dieses Gemisch wird anschließend verbrannt. Dabei kann auch teilverdünntes niederkalorisches Brenngas SG in die verdrallte Verbrennungsluft 10 eingedüst werden. Als niederkalorisches Brenngas SG kommt vorteilhafter Weise ein vergaster fossiler Brennstoff, insbesondere vergaste Kohle aus einer  
15 Vergasungseinrichtung, zum Einsatz. Mit dem Vormischbrenner 1 ist besonders vorteilhaft ein Synthesegasbetrieb bei einer Gasturbine durchführbar.

20 Der wesentliche Vorteil des erfindungsgemäßen Vormischbrenners 1 und des beschriebenen Verfahrens zur Verbrennung eines niederkalorischen Brennstoffs SG besteht darin, dass das bewährte Vormisch-Verbrennungskonzept für Erdgas und Öl (hochkalorische Brennstoffe) unverändert übernommen werden kann. Vorteilhafter Weise sind dabei eventuelle langwierige konstruktive Brenneroptimierungen und/oder konstruktive Änderungen nicht erforderlich. Der Vormischbrenner 1 wird lediglich durch eine zusätzliche Brennstoffpassage für niederkalorische Brenngase SG erweitert, ohne das die konstruktive Umsetzung einen nennenswerten Einfluss auf den herkömmlichen Betrieb  
25 des Verbrennungssystems mit hochkalorischen Brennstoffen hat. Die vorgeschlagene Konstruktion ermöglicht besonders günstige Mischungseigenschaften des niederkalorischen Brenngases SG mit der Verbrennungsluft 10, wobei ein hinreichend großer Durchsatz (Volumenstrom) an Synthesegas SG der Verbrennungs-  
30 prozess zugeführt werden kann.

FIG 2 zeigt eine schematische Draufsicht auf die Einlassöffnungen 16. FIG 2 zeigt dabei im Detail eine Möglichkeit die in FIG 1 gezeigten Einlassöffnungen 16 konstruktiv auszulegen. Die Einlassöffnungen 16 in diesem Ausführungsbeispiel  
5 weisen Bohrungen 16a mit einem kreisrunden Querschnitt 18 in der äußeren Kanalwand 15 auf, die in den Vormisch-Luftkanal 2 münden. Das niederkalorische Brenngas SG wird in den Vor-  
misch-Luftkanal 2 eingedüst und dort unter dem Einfluss des starken Luftmassenstroms 10 ändert es seine Richtung und wird  
10 von der Luft, mit der es intensiv vermischt wird, abtransportiert um am Verbrennungsprozess teilzunehmen. Aufgrund der kreisrunden Form des Querschnittes 18 beim Ausströmen des niederkalorischen Brenngases SG aus den Bohrungen 16a bilden sich stromabwärts Nachlaufgebiete 19. Infolge der starken  
15 Turbulenz in den Nachlaufgebieten 19 entstehen Rückströmungen 20, die entgegen der Strömungsrichtung 21 der Verbrennungsluft 10 verlaufen und damit die Gefahr von Flammenrückenschlägen deutlich erhöhen. Die kreisförmigen Einlassöffnungen 16a sind daher noch verbessерungswürdig.

20 FIG 3 zeigt eine schematische Draufsicht auf eine verbesserte Ausführungsform der Einlassöffnungen 16. Statt Bohrungen 16a mit kreisrundem Querschnitt 18, sind die Einlassöffnungen 16 nun als Langlöcher 16b ausgestaltet. Diese Bauweise verhindert die Entwicklung von Nachlaufgebieten 19 innerhalb des Vormischbrenners 1 und zugleich wird eine hinreichende Eindringtiefe des niederkalorischen Brenngases SG ermöglicht.  
25 Die Langlöcher 16b weisen eine Längsausdehnung  $L_1$  und eine Querausdehnung  $L_2$  auf (siehe Diskussionen zu FIG 5 bis FIG 7). Die Längsausdehnung  $L_1$  beträgt in der Regel etwa das 3-fache bis 10-fache der Querausdehnung, in dieser Abbildung der FIG 3 ist die Längsausdehnung  $L_1$  etwa 6-fach größer als die Querausdehnung  $L_2$ . Durch die Längsausdehnung  $L_1$  wird eine Längsachse A festgelegt. Diese ist parallel zur Strömungs-  
30 richtung 21 der Verbrennungsluft 10. Das führt dazu, dass die schmalere Seite des Langloches 16b quer zur Strömungsrichtung 21 der Verbrennungsluft 10 liegt und dadurch wird der Wider-  
35

stand, den die Verbrennungsluft 10 beim Kontakt mit dem Brenngas SG erfährt, deutlich verringert. Da die Strömungsrichtung 21 einen Winkel  $\phi$  gegenüber der Brennerachse 12 aufweist und die Längsachse A parallel zur Strömungsrichtung 21 ist, weist nun die Längsachse A auch den Winkel  $\phi$  gegenüber der Brennerachse 12.

In FIG 4 ist ein Längsschnitt einer in FIG 3 gezeigten langlochförmigen Einlassöffnung 16b entlang der Längsachse A schematisch dargestellt. Die Einlassöffnung 16b, die eine Längsausdehnung  $L_1$  aufweist, ist in der äußeren Kanalwand 15 eingebracht. Das niederkalorische Brenngas SG wird vom Gasverteilerring 17, in dieser Darstellung der Raum unter der Einlassöffnung 16b, durch die Einlassöffnung 16 in den Vormisch-Luftkanal 2 eingedüst. Dort trifft es auf den Luftsamenstrom 10 und vermischt sich mit diesen. Der Punkt im Raum wo der erste Kontakt zwischen dem Brenngas SG und der Verbrennungsluft 10 stattfindet nennt man auch Staupunkt. Bei der gezeigten Anordnung liegt er stromaufwärts etwa am Ende der Längsausdehnung  $L_1$ , knapp über der Einlassöffnung 16. Ab dem Staupunkt S fängt die graduelle Vermengung des Brenngases SG mit der Verbrennungsluft 10 an und erstreckt sich stromabwärts über der Einlassöffnung 16b und eventuell weiter.

Figuren 5, 6 und 7 zeigen in einer schematischen Draufsicht drei verschiedene Ausgestaltungen der Einlassöffnungen 16. Der Querschnitt 18 in FIG 5 stellt ein Langloch 16b, in FIG 6 ein Rechteck 16c mit abgerundeten Ecken 22 und in FIG 7 einen Tropfen 16d dar. Alle drei Ausführungsformen weisen eine Längsausdehnung  $L_1$  und eine Querausdehnung  $L_2$  auf, wobei allgemein gültig bleibt, dass die Längsausdehnung  $L_1$  größer ist als die Querausdehnung  $L_2$ . Damit die Ausbildung von Totzonen vermieden wird, ist bei dem Tropfen eine Rundung an der Stelle des spitzen Winkels eingebracht. Somit weist der Tropfen nun zwei Rundungen mit zwei Rundungsradien  $R_1$  und  $R_2$  auf, wobei  $R_1 > R_2$ .

Die Eindüseeinrichtung 13 für das niederkalorische Brenngas SG kann also im Bezug auf die konstruktive Ausgestaltung, die Anzahl und die Anordnung der Einlassöffnungen 16 der jeweili-  
5 gen Einsatzsituation und Anforderung angepasst werden. Daraus ergeben sich jeweils günstige geometrische Ausgestaltungen für die Einlassöffnungen 16.

**Patentansprüche**

1. Vormischbrenner(1) zur Verbrennung eines niederkalorischen Brenngases (SG), mit einem sich entlang einer Brennerachse 5 (12) erstreckenden Vormisch-Luftkanal (2) über den Verbrennungsluft (10) zuführbar ist, und mit einer in dem Vormisch-Luftkanal (2) angeordneten Dralleinrichtung (5), wobei in Strömungsrichtung (21) der Verbrennungsluft (10) stromab der Dralleinrichtung (5) eine Eindüseeinrichtung (13) für das 10 niederkalorische Brenngas (SG) angeordnet ist.
2. Vormischbrenner (1) nach Anspruch 1, bei dem die Eindüseeinrichtung (13) eine Vielzahl von Einlassöffnungen (16) für Brenngas (SG) aufweist, die in den 15 Vormisch-Luftkanal (2) einmünden.
3. Vormischbrenner (1) nach Anspruch 2, bei dem die Einlassöffnungen (16) für das Brenngas (SG) so ausgeformt sind, dass die Ausbildung von Nachlaufgebieten 20 (19) im Vormisch-Luftkanal (2) verhindert ist.
4. Vormischbrenner (1) nach Anspruch 3, bei dem die Einlassöffnungen (16) für das Brenngas (SG) einen Querschnitt (18) aufweisen, wobei der Querschnitt (18) eine 25 Längsausdehnung ( $L_1$ ) und eine Querausdehnung ( $L_2$ ) aufweist, und wobei die Längsausdehnung ( $L_1$ ) größer ist als die Querausdehnung ( $L_2$ ).
5. Vormischbrenner (1) nach Anspruch 4, 30 bei dem die Längsausdehnung ( $L_1$ ) das 3-fache bis 10-fache der Querausdehnung ( $L_2$ ) beträgt.
6. Vormischbrenner (1) nach Anspruch 4 oder Anspruch 5, bei dem der Querschnitt (18) der Einlassöffnungen (16) die 35 Form eines Langloches (16b), oder eines Rechtecks mit abgerundeten Ecken oder eines Tropfens ausweist.

7. Vormischbrenner (1) nach einem der Ansprüche 4,5 oder 6, bei dem durch das Längsausdehnung (L<sub>1</sub>) festgelegte Längsachse (A) im Wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung (21) der Verbrennungsluft (10) ist.

5

8. Vormischbrenner (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Strömungsrichtung (21) der Verbrennungsluft (10) einen Winkel ( $\phi$ ) gegenüber der Brennerachse (12) aufweist, 10 wobei  $0^\circ < \phi < 90^\circ$ .

9. Vormischbrenner (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Eindüseeinrichtung (13) mindestens einen Gasverteilungsring (17) aufweist, der den Vormisch-Luftkanal (2) 15 radial auswärts oder radial einwärts umgibt.

10. Vormischbrenner (1) nach Anspruch 9, bei dem der Vormisch-Luftkanal (2) als Ringkanal (14) ausgebildet ist, der eine äußere oder innere Kanalwand (15) aufweist, die mit einer Vielzahl von Einlassöffnungen (16) durchsetzt ist, die mit dem Gasverteilungsring (17) in Strömungsverbindung stehen.

11. Vormischbrenner (1) nach Anspruch 10, mit einer sich in Strömungsrichtung (21) der Verbrennungsluft (10) konusartig verjüngenden äußeren Kanalwand (15).

12. Brennkammer mit einem Vormischbrenner (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

13. Gasturbine mit einer Brennkammer nach Anspruch 9.

14. Verfahren zur Verbrennung eines niederkalorischen Brenngases (SG), bei dem Verbrennungsluft (10) ein Drall aufgeprägt, niederkalorisches Brenngas (SG) in die verdrallte

Verbrennungsluft (10) eingedüst und mit dieser vermischt, und das Gemisch verbrannt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14,  
5 bei dem teilverdünntes Brenngas (SG) in die verdrallte Verbrennungsluft (10) eingedüst wird.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder Anspruch 15,  
bei dem das niederkalorische Brenngas (SG) so eingedüst wird,  
10 dass die Ausbildung von Nachlaufgebieten (19) im Vormisch-Luftkanal (2) verhindert ist.
17. Verfahren nach Anspruch 16,  
bei dem das niederkalorische Brenngas (SG) durch Einlassöffnungen (16) eingedüst wird und diese Einlassöffnungen (16) 15 einen Querschnitt (18) aufweisen, wobei der Querschnitt (18) eine Längsausdehnung ( $L_1$ ) und Querausdehnung ( $L_2$ ) aufweist, und wobei die Längsausdehnung ( $L_1$ ) größer ist als die Querausdehnung ( $L_2$ ).  
20
18. Verfahren nach Anspruch 17,  
bei dem durch die Längsausdehnung ( $L_1$ ) festgelegte Längsachse (A) im Wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung (21) der Verbrennungsluft (10) ist, so dass das niederkalorische  
25 Brenngas (SG) parallel zur Strömungsrichtung (21) der Verbrennungsluft (10) eingedüst wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17,  
bei dem als niederkalorisches Brenngas (SG) ein vergaster  
30 fossiler Brennstoff, insbesondere vergaste Kohle, eingesetzt wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19, das beim Betrieb eines Gasturbinenbrenners durchgeführt wird.

FIG 1

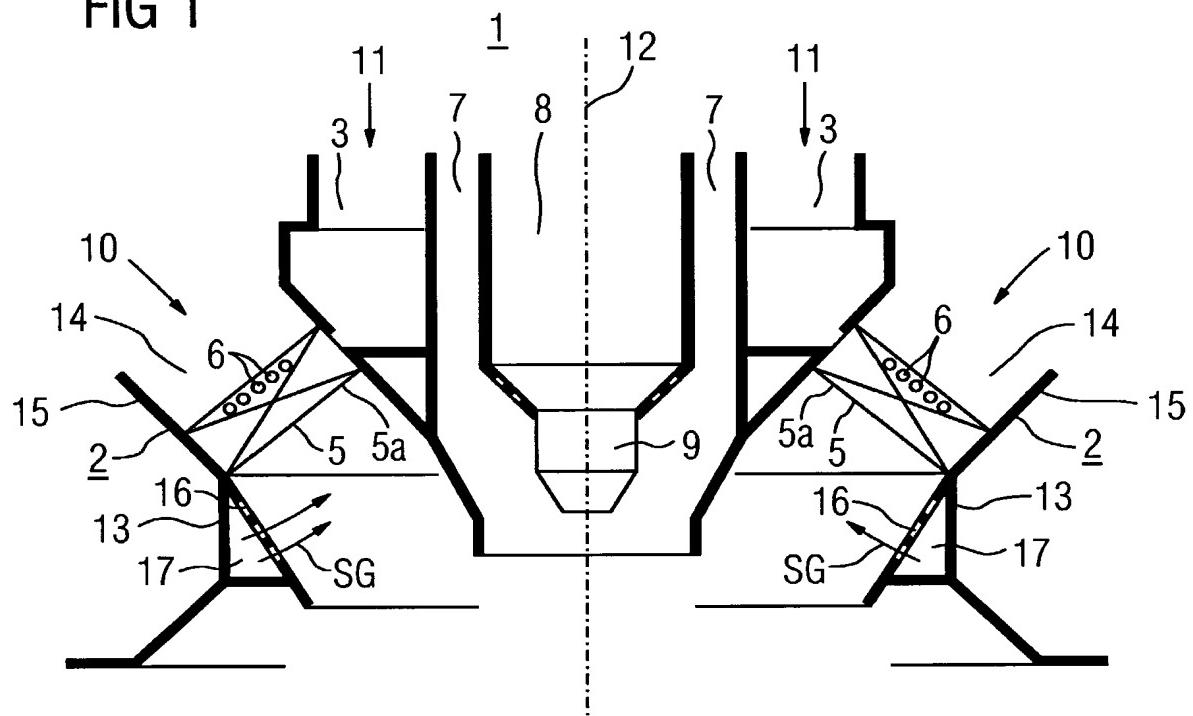
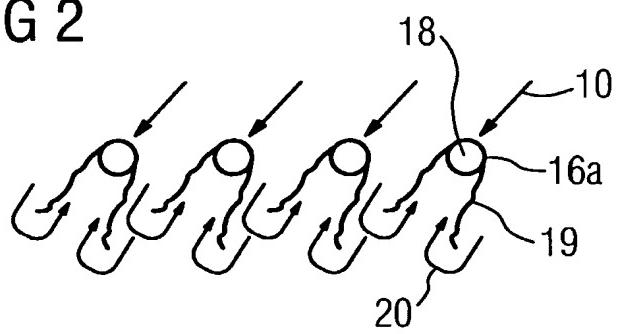


FIG 2



2/3

FIG 3

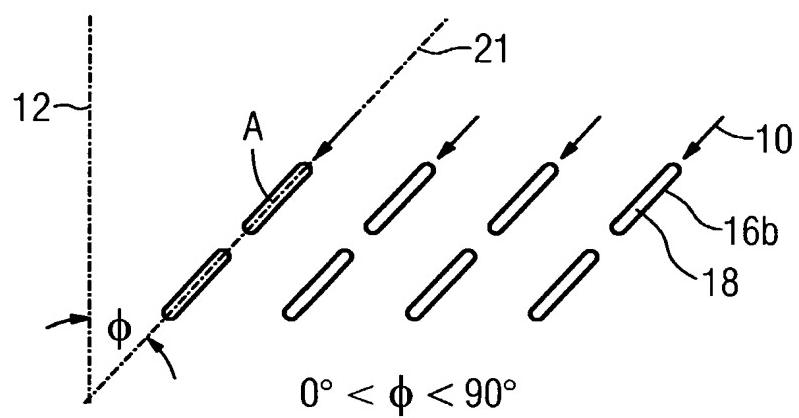


FIG 4

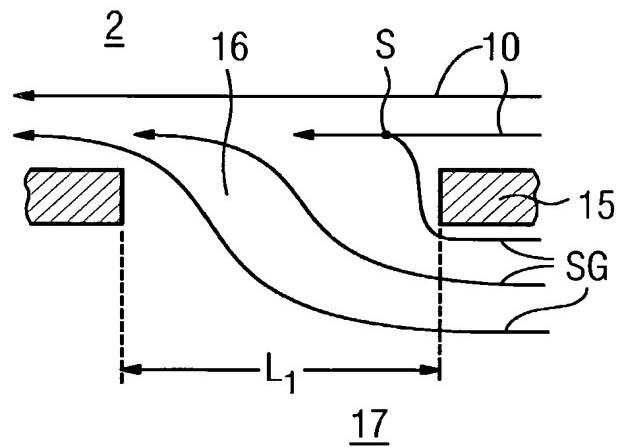
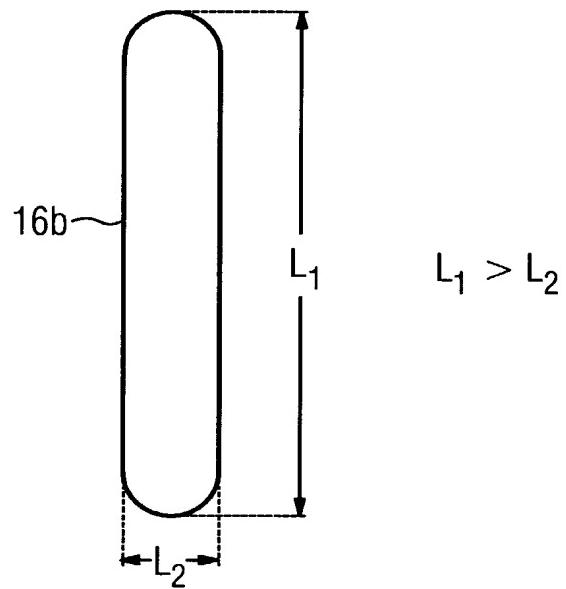


FIG 5



3/3

FIG 6

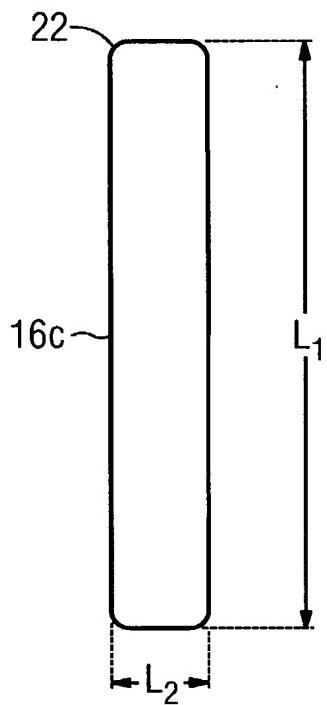
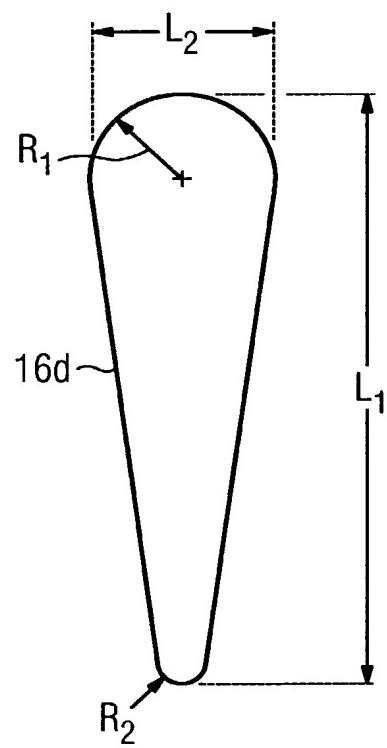


FIG 7



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/050656

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F23R3/36 F23R3/28 F23D14/58

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F23D F23G F23R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 03/098110 A (ALSTOM LTD; GRIFFIN, TIMOTHY; REISS, FRANK; WINKLER, DIETER) 27 November 2003 (2003-11-27) page 4, line 1 - line 8 page 28, line 14 - line 32 figure 9 ----- WO 03/036167 A (ALSTOM LTD; GRIFFIN, TIMOTHY; KELLER, ALBERT; KRAUTZIG, JOACHIM; MUEC) 1 May 2003 (2003-05-01) page 4, line 1 - line 9 page 19, line 26 - page 20, line 6 figure 7 ----- -/-	1-3, 8-14,16, 19,20
X		1-3, 8-14,16, 19,20

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

1 June 2005

20/06/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Coquau, S

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/050656

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 03/008768 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; HANNEMANN, FRANK; HEILOS, ANDREAS; HUTH, M) 30 January 2003 (2003-01-30) page 21, line 23 - page 22, line 31; figure 2 -----	1,3,8,9, 12-16,20
X	DE 44 09 918 A1 (ABB MANAGEMENT AG, BADEN, AARGAU, CH) 28 September 1995 (1995-09-28)  column 5, line 2 - line 41 figure 3 -----	1-3,9, 12-14, 16,20
X	US 4 498 288 A (VOGT ET AL) 12 February 1985 (1985-02-12)  column 6, line 56 - column 7, line 40 figure 2 -----	1,3,9, 12-14, 16,19,20
X	EP 0 625 673 A (ABB MANAGEMENT AG) 23 November 1994 (1994-11-23)  column 1, line 54 - column 5, line 4; figures 1,2 -----	1-3, 12-14, 16,20
X	US 5 829 967 A (CHYOU YAU-PIN) 3 November 1998 (1998-11-03) column 2, line 25 - column 9, line 8; figures 1,2A -----	1,2, 12-14,20
X	EP 0 908 671 A (ABB RESEARCH LTD) 14 April 1999 (1999-04-14) column 1, line 14 - column 2, line 29; figures 1,2 -----	1,2, 12-14,20
A	DE 42 12 810 A (SIEMENS AG) 29 October 1992 (1992-10-29) cited in the application column 3, line 56 - column 5, line 5; figure 2 -----	1-20
A	US 5 451 160 A (BECKER BERNARD DR ING) 19 September 1995 (1995-09-19) column 1, line 57 - column 5, line 27; figures 1,2 -----	1-20
A	US 4 761 948 A (SOOD VIRENDRA M ET AL) 9 August 1988 (1988-08-09) the whole document -----	1,14

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/050656

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 03098110	A	27-11-2003	AU WO EP	2003238524 A1 03098110 A1 1504222 A1		02-12-2003 27-11-2003 09-02-2005
WO 03036167	A	01-05-2003	CN WO US EP	1571905 A 03036167 A1 2004226297 A1 1436546 A1		26-01-2005 01-05-2003 18-11-2004 14-07-2004
WO 03008768	A	30-01-2003	EP CA CN WO EP JP US	1277920 A1 2454278 A1 1526050 A 03008768 A1 1407120 A1 2004535529 T 2004172951 A1		22-01-2003 30-01-2003 01-09-2004 30-01-2003 14-04-2004 25-11-2004 09-09-2004
DE 4409918	A1	28-09-1995		NONE		
US 4498288	A	12-02-1985	US CH DE FR GB IT JP NL NO	4253301 A 650582 A5 2940431 A1 2438798 A1 2032092 A ,B 1163719 B 55077639 A 7906127 A 793290 A ,B,		03-03-1981 31-07-1985 30-04-1980 09-05-1980 30-04-1980 08-04-1987 11-06-1980 15-04-1980 15-04-1980
EP 0625673	A	23-11-1994	DE DE EP JP US	4316474 A1 59407984 D1 0625673 A2 6341617 A 5673551 A		24-11-1994 29-04-1999 23-11-1994 13-12-1994 07-10-1997
US 5829967	A	03-11-1998	DE CN EP JP	19510744 A1 1142036 A 0733861 A2 8270948 A		26-09-1996 05-02-1997 25-09-1996 18-10-1996
EP 0908671	A	14-04-1999	EP CN DE JP	0908671 A1 1214430 A ,C 59710093 D1 11190504 A		14-04-1999 21-04-1999 18-06-2003 13-07-1999
DE 4212810	A	29-10-1992	DE WO DE EP JP JP KR RU US	4212810 A1 9219913 A1 59204270 D1 0580683 A1 3133066 B2 6506760 T 234569 B1 2079049 C1 5451160 A		29-10-1992 12-11-1992 14-12-1995 02-02-1994 05-02-2001 28-07-1994 15-12-1999 10-05-1997 19-09-1995
US 5451160	A	19-09-1995	DE WO DE	4212810 A1 9219913 A1 59204270 D1		29-10-1992 12-11-1992 14-12-1995

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/050656

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5451160	A		EP 0580683 A1	02-02-1994
			JP 3133066 B2	05-02-2001
			JP 6506760 T	28-07-1994
			KR 234569 B1	15-12-1999
			RU 2079049 C1	10-05-1997
US 4761948	A	09-08-1988	AU 7857887 A	04-11-1988
			CA 1307120 C	08-09-1992
			DE 3781276 D1	24-09-1992
			DE 3781276 T2	01-04-1993
			EP 0309485 A1	05-04-1989
			HK 165395 A	03-11-1995
			JP 6081907 B	19-10-1994
			JP 3501146 T	14-03-1991
			SG 12094 G	13-01-1995
			WO 8808075 A1	20-10-1988
			US 4833878 A	30-05-1989

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050656

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 IPK 7 F23R3/36 F23R3/28 F23D14/58

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F23D F23G F23R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 03/098110 A (ALSTOM LTD; GRIFFIN, TIMOTHY; REISS, FRANK; WINKLER, DIETER) 27. November 2003 (2003-11-27) Seite 4, Zeile 1 – Zeile 8 Seite 28, Zeile 14 – Zeile 32 Abbildung 9 -----	1-3, 8-14, 16, 19, 20
X	WO 03/036167 A (ALSTOM LTD; GRIFFIN, TIMOTHY; KELLER, ALBERT; KRAUTZIG, JOACHIM; MUEC) 1. Mai 2003 (2003-05-01) Seite 4, Zeile 1 – Zeile 9 Seite 19, Zeile 26 – Seite 20, Zeile 6 Abbildung 7 ----- -/-	1-3, 8-14, 16, 19, 20

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmelde datum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmelde datum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmelde datum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

1. Juni 2005

20/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Coquau, S

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/050656

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 03/008768 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; HANNEMANN, FRANK; HEILOS, ANDREAS; HUTH, M) 30. Januar 2003 (2003-01-30) Seite 21, Zeile 23 – Seite 22, Zeile 31; Abbildung 2 -----	1,3,8,9, 12-16,20
X	DE 44 09 918 A1 (ABB MANAGEMENT AG, BADEN, AARGAU, CH) 28. September 1995 (1995-09-28) Spalte 5, Zeile 2 – Zeile 41 Abbildung 3 -----	1-3,9, 12-14, 16,20
X	US 4 498 288 A (VOGT ET AL) 12. Februar 1985 (1985-02-12)  Spalte 6, Zeile 56 – Spalte 7, Zeile 40 Abbildung 2 -----	1,3,9, 12-14, 16,19,20
X	EP 0 625 673 A (ABB MANAGEMENT AG) 23. November 1994 (1994-11-23)  Spalte 1, Zeile 54 – Spalte 5, Zeile 4; Abbildungen 1,2 -----	1-3, 12-14, 16,20
X	US 5 829 967 A (CHYOU YAU-PIN) 3. November 1998 (1998-11-03) Spalte 2, Zeile 25 – Spalte 9, Zeile 8; Abbildungen 1,2A -----	1,2, 12-14,20
X	EP 0 908 671 A (ABB RESEARCH LTD) 14. April 1999 (1999-04-14) Spalte 1, Zeile 14 – Spalte 2, Zeile 29; Abbildungen 1,2 -----	1,2, 12-14,20
A	DE 42 12 810 A (SIEMENS AG) 29. Oktober 1992 (1992-10-29) in der Anmeldung erwähnt Spalte 3, Zeile 56 – Spalte 5, Zeile 5; Abbildung 2 -----	1-20
A	US 5 451 160 A (BECKER BERNARD DR ING) 19. September 1995 (1995-09-19) Spalte 1, Zeile 57 – Spalte 5, Zeile 27; Abbildungen 1,2 -----	1-20
A	US 4 761 948 A (SOOD VIRENDRA M ET AL) 9. August 1988 (1988-08-09) das ganze Dokument -----	1,14

**INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050656

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 03098110	A	27-11-2003	AU WO EP	2003238524 A1 03098110 A1 1504222 A1		02-12-2003 27-11-2003 09-02-2005
WO 03036167	A	01-05-2003	CN WO US EP	1571905 A 03036167 A1 2004226297 A1 1436546 A1		26-01-2005 01-05-2003 18-11-2004 14-07-2004
WO 03008768	A	30-01-2003	EP CA CN WO EP JP US	1277920 A1 2454278 A1 1526050 A 03008768 A1 1407120 A1 2004535529 T 2004172951 A1		22-01-2003 30-01-2003 01-09-2004 30-01-2003 14-04-2004 25-11-2004 09-09-2004
DE 4409918	A1	28-09-1995		KEINE		
US 4498288	A	12-02-1985	US CH DE FR GB IT JP NL NO	4253301 A 650582 A5 2940431 A1 2438798 A1 2032092 A ,B 1163719 B 55077639 A 7906127 A 793290 A ,B,		03-03-1981 31-07-1985 30-04-1980 09-05-1980 30-04-1980 08-04-1987 11-06-1980 15-04-1980 15-04-1980
EP 0625673	A	23-11-1994	DE DE EP JP US	4316474 A1 59407984 D1 0625673 A2 6341617 A 5673551 A		24-11-1994 29-04-1999 23-11-1994 13-12-1994 07-10-1997
US 5829967	A	03-11-1998	DE CN EP JP	19510744 A1 1142036 A 0733861 A2 8270948 A		26-09-1996 05-02-1997 25-09-1996 18-10-1996
EP 0908671	A	14-04-1999	EP CN DE JP	0908671 A1 1214430 A ,C 59710093 D1 11190504 A		14-04-1999 21-04-1999 18-06-2003 13-07-1999
DE 4212810	A	29-10-1992	DE WO DE EP JP JP KR RU US	4212810 A1 9219913 A1 59204270 D1 0580683 A1 3133066 B2 6506760 T 234569 B1 2079049 C1 5451160 A		29-10-1992 12-11-1992 14-12-1995 02-02-1994 05-02-2001 28-07-1994 15-12-1999 10-05-1997 19-09-1995
US 5451160	A	19-09-1995	DE WO DE	4212810 A1 9219913 A1 59204270 D1		29-10-1992 12-11-1992 14-12-1995

## INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050656

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5451160	A		EP 0580683 A1	02-02-1994
			JP 3133066 B2	05-02-2001
			JP 6506760 T	28-07-1994
			KR 234569 B1	15-12-1999
			RU 2079049 C1	10-05-1997
US 4761948	A 09-08-1988		AU 7857887 A	04-11-1988
			CA 1307120 C	08-09-1992
			DE 3781276 D1	24-09-1992
			DE 3781276 T2	01-04-1993
			EP 0309485 A1	05-04-1989
			HK 165395 A	03-11-1995
			JP 6081907 B	19-10-1994
			JP 3501146 T	14-03-1991
			SG 12094 G	13-01-1995
			WO 8808075 A1	20-10-1988
			US 4833878 A	30-05-1989